Aus dem pharmakolog. Institut der Universität Würzburg.

Über eine neue Methode zur Bestimmung des Ätherdampfes in der Luft.

INAUGURAL-DISSERTATION
VERFASST UND DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER
KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
WÜRZBURG
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
IN DER
MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE
VORGELEGT VON

LUDWIG HORWITZ
APPROB. ARZT
AUS NÜRNBERG.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WÜRZBURG
DRUCK DER STAHEL'SCHEN K. HOFBUCHDRUCKEREI
1900.

REFERENT: HERR PROF. DR. KUNKEL.

Seinen teuren Eltern

in kindlicher Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Als gegen Ende des Jahres 1847 das Chloroform als Anaestheticum von *Simpson* empfohlen, von ihm und anderen Geburtshelfern und Chirurgen erprobt wurde, schien der seit dem vorhergehenden Jahre von Amerika aus eingeführte Aether in dieser seiner segenbringenden Wirksamkeit völlig verdrängt zu werden. Aber bald wurden die ersten Chloroform-Todesfälle beobachtet. Diese Thatsache und die den später gefundenen anderen Anaestheticis: halogenhaltigen — wie Methylenchlorid, Aethylenchlorid, Aethylidenchlorid und Aethylbromid — sowie halogenfreien — Amylen, Pental u. a. — anhaftenden Nachteile haben dann bewirkt, dass der Aethylaether wieder häufig angewandt wurde. Je mehr die genannten Mittel in praxi verwandt worden waren, desto mehr wandte man sich wieder den beiden ersten Anaestheticis zu, und heute ringen hauptsächlich Chloroform und Aether um die Palme. Da nun das Chloroform bei Verwendung selbst der besten, reinsten Präparate (Pictet's oder Salicylid-Chloroform) und bei grösster Vorsicht von Seiten des Chloroformeurs nicht zu vermeidende Todesfälle im Gefolge hat, und ferner stets auf das Herz, die Gefässe und die Respiration eine sehr schädliche Wirkung ausübt, so ist es bei Herzkranken, besonders bei solchen mit Verfettung und mit Dilatation des Herzens, bei Ather-

omatose der Arterien, bei Anaemieen, nach bedeutenderen Blutverlusten, bei chronischen Lungenerkrankungen, bei Potatoren, bei Nierenkranken u. A. nur mit grösster Vorsicht oder, wenn irgend möglich, überhaupt nicht anzuwenden. Bei Graviden liegt eine grosse Gefahr für die Chloroformnarkose in dem Umstand, dass der Foetus durch dieselbe absterben kann, ohne dass der Tod der Mutter einzutreten braucht. Wird endlich ohne Vorsichtsmassregeln, wie reichliche Ventilation, Verwendung von mit Wasser, Sodalösung o. dgl. getränkten Tüchern, bei Kerzen- oder Lampenlicht (Gasflamme!) chloroformiert, so treten vor allem durch sich bildende Salzsäure die unangenehmsten Erscheinungen im Respirationstraktus bei sämtlichen Anwesenden ein. — Diese Nachteile sind es hauptsächlich, welche die Verwendung des Chloroforms zur Narkose mit sich bringt, von den üblen Nachwirkungen (Erbrechen, Durst; Organverfettung) abgesehen.

Der Aether hat demgegenüber den Hauptvorteil, dass er die Herzthätigkeit nicht, wie das Chloroform, ungünstig beeinflusst, sondern im Gegenteil, seiner sonstigen Verwendung als Excitans entsprechend, dieselbe hebt. Er ist daher bei den verschiedenen obengenannten Veränderungen des Herzens und der Gefässe sowie bei Graviden seinem Hauptrivalen entschieden vorzuziehen, wenn er auch freilich ebenfalls kein so ganz ungefährliches Mittel darstellt. Die Hauptgefahr liegt hier in der Reizung der Respirationsschleimhäute, welche durch Verwendung wirklich reinen Aethers und gute Technik wohl bedeutend verringert, aber doch nicht ganz aufgehoben werden kann. Die so entstehenden Aetherpneumonieen haben eine nicht günstige Prognose; auch die Aether-Bronchitiden sind nicht zu leicht aufzufassen. Bei Krankheiten des Respirationstraktus ist daher Chloroform eher indiciert; ebenso bei lang dauernden Operationen an Kopf und Hals; letzteres, weil bei zu häufiger Unter-

brechung der Aethereinatmung schwer eine volle Narcose zu erzielen ist. Nicht angenehm ist überhaupt, dass die Narkose bei Aetherisierung weniger rasch und weniger kräftig eintritt, sowie die Feuergefährlichkeit des Mittels, welche z. B. auch seine Anwendung bei gleichzeitiger Verwendung des Thermocauters oder Galvanocauters unmöglich macht. Die Nachwirkungen (abgesehen von den bereits besprochenen Erkrankungen der Respirations-Schleimhäute), wie Übelkeit, schlechter Geschmack im Munde, Blässe etc. bis zu geringerem oder stärkerem Collaps sind wohl bei Aether unangenehmer als bei Chloroform; dagegen werden die bei letzterem Narkotikum so häufigen fettigen Degenerationen der verschiedenen Organe (Herz und Arterien, Nieren, Leber, Muskeln) hier nicht beobachtet. Die Nieren werden durch Aether wohl auch gereizt, aber in viel geringerem Masse als durch das Chloroform. Wiederholte oder lange dauernde Narkosen ferner werden (mit der erwähnten Ausnahme der Operationen an Kopf und Hals) bei Aetherisierung viel besser vertragen als bei Chloroformierung. Der hauptsächlichste Vorteil des Aethers aber ist derjenige der erheblich geringeren Gefährlichkeit, welcher durch die übereinstimmenden Statistiken der verschiedenen Länder und Jahre als sicher bewiesen gelten darf, wenn auch die angegebenen Zahlen der Todesfälle sämtlich zu niedrig gegriffen sind. [Aber z. B. gegen die 40,000 Aethernarkosen ohne Todesfall des Hôtel Dieu in Lyon können ähnliche Zahlen für Chloroformnarkosen nicht angeführt werden, und] vor allem zeigt z. B. die Statistik der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie alljährlich niedrigere Zahlen für Aethertodesfälle als für Chloroformtodesfälle (1897: 1:5090 Narkosen gegen 1:2039 bei Chloroform).

Aus den erwähnten Gründen darf es nicht Wunder nehmen, wenn die Aethernarkose der Chloroformnarkose bei Chirurgen und Gynäkologen in den verschiedensten

Ländern immer siegreicher Konkurrenz macht, und das Chloroform allmählig mehr und mehr verdrängt wird. In Amerika fast ausschliesslich angewandt, gewinnt die Aethernarkose, besonders auch bei den Gynäkologen, in England, Frankreich, der Schweiz und Deutschland fortwährend an Boden. —

Die Art der Anwendung des Aethers zur Narkose entspricht allerdings noch lange nicht den Anforderungen, die man im Interesse der Sicherheit zu stellen berechtigt ist, will man eine möglichst gefahrlose, von möglichst geringen üblen Nachwirkungen gefolgte Narkose erzielen.

Zur Herstellung einer Aethernarkose sind besondere Apparate nötig, welche der Flüchtigkeit des Mittels genügend Rechnung tragen. Zur Verwendung gelangen in den weitaus meisten Fällen die Masken von *Juillard* mit der *Dumont*'schen Modifikation, die von *Wanscher*, von *Grossmann*, von *Clower*, *Czerny*, *Gehles* u. a. m. Die *Juillard-Dumont*'sche Aethermaske besteht aus zwei über einander gelegten, durch ein Charnier beweglich verbundenen Körben aus Drahtgeflecht, zwischen welche Mull oder Flanell eingelegt wird. Der äussere Korb ist mit Wachsleinwand überzogen, um die Aetherdämpfe nicht nach aussen entweichen zu lassen. Manche legen noch ein zusammengefaltetes Tuch über die Maske, um die Aetherverdunstung zu vermindern. Der Aether wird auf eine am Boden der Maske befindliche Rosette gegossen. Die Maske bedeckt das Gesicht vollständig.

Letzteres ist nicht der Fall bei dem II. Haupttypus, der *Wanscher*' und der *Grossmann*'schen Maske. Diese bedecken nur Mund und Nase mit einer kleineren Gummimaske, während der Aether in einen grossen anhängenden Gummibeutel gegossen wird. Schüttelt man diesen, so werden dem zu Narkotisierenden mehr Dämpfe zugeführt.

Grossmann hat diesen Apparat insofern modifiziert, als er ein (herausnehmbares) Drahtgestell in den Gummibeutel einlegte, welcher dadurch nicht mehr zusammenfallen kann. Daher tritt auch mehr Luft hinzu als bei der *Wanscher*'schen Maske.

Der *Clower*'sche Apparat besteht aus einem Metallkessel, der den Aether aufnimmt und von einer die starke Abkühlung des Aethers verhindernden Wasserkammer umgeben ist, dann aus einem Gummiballon und einem Mundstück.

Zusammenklappbar und daher bequem in der Tasche zu tragen ist die Maske nach der Angabe von *Gehles*.

Zur Erzielung der Narkose verfährt man folgendermassen: Man giesst auf die Rosette der *Juillard*'schen Maske etwa 20—30 ccm Aether, nach anderen Vorschriften bis 50 ccm, und lässt die sich entwickelnden Dämpfe einatmen. Dann wird Aether nach Bedarf nachgegossen. In den *Wanscher*'schen Apparat werden 50 ccm eingegossen, dann lässt man ebenfalls die Dämpfe einatmen und giesst nach Bedarf Aether nach.

In der Erkenntnis, dass bei diesen, wie erwähnt, fast ausnahmslos angewandten Methoden eine viel zu konzentrierte Mischung von Aetherdampf mit Luft angewandt wird, sucht man diesem Übelstande abzuhelfen durch zeitweilige Lüftung der Maske. Dadurch tritt dann wohl Luft in grösserer Menge hinzu, aber eine irgendwie gleichmässige Konzentration wird hierdurch ebensowenig erzielt wie eine richtige oder überhaupt auch nur eine etwas genauer bestimmte Konzentration.

Und dabei wäre es doch von grösster Wichtigkeit, stets mit genau dosierten Mengen zu aetherisieren, sodass die einzuatmende Luft stets einen ganz bestimmten Gehalt an Aether hätte; werden ja doch durch die ungenaue, man möchte sagen: willkürliche Darreichung des

Aethers ein gut Teil der unangenehmen Neben- und Nachwirkungen desselben zur Entfaltung gebracht, die sonst zum grossen Teile zu vermeiden wären. Kurz, bei Darreichung eines richtig dosierten, nicht zu konzentrierten Aether-Luft-Gemenges würden die Gefahren und Unsicherheiten der Narkose bedeutend geringer werden, wie aus Folgendem noch weiter hervorgeht:

Der typische Aethertod in der Narkose ist bedingt durch primären Stillstand der Atmung und sekundäre Lähmung des Herzens. Dass diese schlimmen Erscheinungen durch eine schwächere Konzentration des Aether-Luft-Gemenges weniger leicht ausgelöst werden können als durch eine stärkere, liegt auf der Hand. Ebenso klar ist, dass die ja allerdings eine relativ geringe Bedeutung besitzende Gefahr einer Apoplexie, welche speziell bei älteren Individuen infolge der beträchtlichen Blutdrucksteigerung eintreten könnte (nach E. Sänger und F. de Quercain) — dass diese Gefahr mit der Abnahme der Konzentration sinken muss. Viel grössere Wichtigkeit aber hat eine geringere Konzentration des einzuatmenden Aether-Luft-Gemenges deshalb, weil, wie bei einiger Ueberlegung sofort einleuchtet, je stärker die Konzentration, desto stärker auch die durch sie bedingte Reizung, in unserem Falle besonders der Respirationsschleimhäute, sein muss. Analoga hiefür bietet die Pharmakologie und besonders die Toxicologie ja in grosser Menge. Die ja allerdings, wie oben erwähnt, im Verhältnis zu den schlimmen Folgen der Chloroformnarkosen nicht so sehr häufigen, absolut betrachtet aber doch viel zu häufigen Aetherpneumonieen, — Bronchitiden etc. würden sich auf besagte Weise zweifellos in ihrer Zahl sowohl als auch in der Heftigkeit (und Gefährlichkeit) ihres Auftretens sehr erheblich reduzieren lassen können, wollte man nur eben nicht unötig grosse Mengen der reizenden Substanz einatmen lassen. Die Zahl der bei und im Gefolge von

Narkosen entstehenden Schädlichkeiten und Fährlichkeiten ist doch immer noch eine sehr viel zu grosse; denn die ideale Forderung geht dahin, dass ein derartiger, doch meist nicht einen Selbstzweck bildender, eine therapeutische Handlung als solche darstellender Eingriff eigentlich auch weder für den Moment, noch für später nennenswerte Gefahren in sich schliessen dürfe, wie man sie wohl bei einer grossen, das Leben oder (etwa) wenigstens den Gebrauch eines wichtigen Gliedes des Körpers erhaltenden Operation wird mit in den Kauf nehmen müssen. Ob übrigens die oben erwähnte ideale Forderung erfüllt werden wird? Nachdem heutzutage die Pharmakologie mit der besonders in unserem Vaterlande auf einer so hohen Stufe der Entwicklung stehenden chemischen Industrie Hand in Hand geht zur Erfindung und Prüfung neuer Mittel und zur fortschreitenden Verbesserung der bisher angewandten, so darf man wohl diese schöne Hoffnung hegen. —

Endlich ist, um wieder auf die Nachteile der zu hohen Aetherkonzentration zurückzukommen, wohl nicht zweifelhaft, dass mit der letzteren die Gefahr der schädlichen Nachwirkungen unseres Narkotikums, wie schlechter Geschmack im Munde, Übelkeit, Erbrechen, Blässe und Frösteln bis zum vollständigen Collaps, zunimmt, also bei nicht zu hoher Konzentration der Inhalationsluft geringer sein muss.

Alle diese Gründe müssen auf das Dringendste darauf hinführen, die alten, willkürlichen Narkotisierungsmethoden endlich abzuschaffen und zu ersetzen durch eine solche, bei der nur die nötigen Mengen des doch, wie längst bekannt, keineswegs indifferenten Mittels, und zwar in der richtigen Verdünnung zugeführt werden.

Für Untersuchungen auf diesem Gebiete ist es nun von nicht zu unterschätzender Bedeutung, eine Methode zur direkten Bestimmung des Aetherdampfes

in der Luft zu kennen: [zumal da die indirekte Bestimmung nach *Spencer* durch Berechnung der gebildeten Kohlensäure keine genauen Resultate liefert]. Diese Untersuchungen waren bisher nur durch Anwendung komplizierter Apparate möglich, [welche dazu nicht sehr genaue Resultate ergaben,] bis Herr Prof. Dr. *Kunkel*, der Vorstand des pharmakol. Instituts der Universität Würzburg, ein einfaches Verfahren fand, das, wie sich im Folgenden zeigen wird, trotz seiner Einfachheit sehr gute Resultate ergiebt.

Das Hauptprinzip dieses Verfahrens besteht in der Absorption des Aetherdampfes aus dem Aether-Luft-Gemenge durch Schwefelsäure, welche das reine Hydrat darstellt. Englische Schwefelsäure leistet, um dies vorwegzunehmen, diese Absorption nur sehr viel langsamer und auch unvollständiger.

Um den Nachweis führen zu können, dass diese Methode wirklich genügt, d. h. den Aether vollständig absorbiert und so seine genaue Bestimmung gestattet, mussten zunächst für die anzustellenden Versuche die Tensionszahlen des Aetherdampfes für die verschiedenen in Betracht kommenden Temperaturgrade, und die dann ja leicht zu berechnenden Angaben, wieviel Volumprozente Aetherdampf in der mit Aether gesättigten Luft bei den verschiedenen Temperaturgraden enthalten seien, bekannt sein.

Hauptsächlich mit Hilfe der in Herrn Prof. *Kunkel*'s Toxikologie, Seite 431, für viele Temperaturgrade berechneten Zahlen wurde nun eine Kurve für dieselben gefunden und aus dieser eine Tabelle für die vollen Grade zwischen 10° C und 30° C berechnet, aus der sich wiederum die jeweils erforderlichen Tensions- und Volumprozent-Zahlen für die Zehntel-Grade nach Bedarf ohne weitere Schwierigkeit berechnen liessen. Die Tabelle folgt unten.

Danach konnte nun mit den Versuchen über die Anwendbarkeit und Leistungsfähigkeit der erwähnten Aetherbestimmungs-Methode begonnen werden.

Die Versuchsanordnung war folgende:

1) In ein mit (flüssigem) Aether zum Teil gefülltes Kölbchen führt durch den luftdicht abschliessenden Kautschukstopfen hindurch ein Glasröhrchen bis fast zum Boden des Kölbchens, ein weiteres Glasröhrchen reicht nur bis über die Flüssigkeitsschicht. Jedes der beiden Röhrchen ist durch einen Quetschhahn verschliessbar. Das die Luft abführende Röhrchen ist durch einen Kautschukschlauch zu verbinden mit

2) einer 100 ccm fassenden, gläsernen Mess-Burette, welche an ihrem oberen und unteren Ende durch Hähne verschliessbar ist und durch einen langen Kautschukschlauch von entsprechendem Kaliber kommuniziert mit einer oben offenen Flasche mit Quecksilber.

3) Nach Bedarf wird von dem oberen Ende der Burette aus durch ein mit 2 Kautschukröhrchen zwischengeschaltetes, in der Mitte durch einen Hahn abzuschliessendes Kapillarröhrchen von Glas, eine Verbindung hergestellt nach dem Absorptionsapparat, welcher folgendermassen eingerichtet ist:

Durch eine U-förmig gebogene Kapillare führt der Weg nach einem kleinen Glasballon, und dieser kommuniziert wieder durch eine etwa 3 mm weite Glasröhre mit einem zweiten, etwas höher stehenden, oben offenen Glasballon. Beide Glasballons sind mit der erwähnten Schwefelsäure zum Teil gefüllt; der ersterwähnte Ballon enthält Glaswolle zur Vergrösserung der absorbierenden Oberfläche.

Die Inbetriebsetzung dieses Apparates zur Aetherbestimmung geschah, wie folgt:

Das Aetherkölbchen wurde mit der zunächst mit Quecksilber gefüllten Burette in Verbindung gesetzt, die Hähne des Aetherkölbchens (s. oben) und der Burette geöffnet, und durch Senken des Quecksilbers in der Flasche und dadurch — nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren — auch in der Burette, atmosphärische Luft durch den Aether des Kölbchens hindurch- und in die Burette eingesaugt. Nach theoretischer Annahme musste diese Luft mit Aetherdampf gesättigt sein, was sich auch als richtig erwies. War nun ein bestimmtes Volumen dieses Aether-Luft-Gemenges — jedesmal 90—100 ccm — eingesaugt, so wurde [durch Lüften des am oberen Ende der Burette angebrachten Hahnes der eventuelle Überdruck ausgeglichen und] die Burette in der oben angegebenen Weise mit dem eigentlichen Absorptionsapparat verbunden. Dann wurde durch Heben der Flasche mit Quecksilber das ganze Aether-Luft-Gemenge in den (ersten) Glasballon getrieben und dort minutenlang mit der Schwefelsäure in Berührung gelassen. Wurde nun durch Senken des Quecksilbers in der Flasche und demnach auch in der Burette das Aether-Luft-Gemenge wieder in die Burette zurückgesaugt, so zeigte sich, dass sein Volumen mehr oder minder beträchtlich abgenommen hatte, woraus folgt, dass die Schwefelsäure den Aetherdampf absorbiert haben muss, da kein anderer zu absorbierender Bestandteil in dem Gemenge vorhanden war.

Hierdurch war bewiesen, dass Schwefelsäure Aetherdampf aus der Luft absorbiert; durch eine Reihe von Versuchen war nun noch zu zeigen, dass sie denselben vollständig absorbiert. Dieser Nachweis ist auch als durchaus sicher erbracht anzusehen, nachdem sich in einer Versuchsreihe folgende Resultate ergaben: (Die genauen Zahlen und Angaben über die einzelnen Versuche s. unten!)

Tabelle I.

Versuchsreihe A. Vorversuche über Aether-Absorption aus Aether-Luft-Gemengen.

Vers.	1	gefund.	62,22	Volproc.;	zur	Sättig.	verlangt	64.2°	(unvollend.)
„	2	„	57.0	„	„	„	„	57.2 „	„
„	3	„	55.33	„	„	„	„	55.73 „	„
„	4	„	55.33	„	„	„	„	55.73 „	„
„	5	„	56.11	„	„	„	„	56.67 „	„
„	6	„	55.88	„	„	„	„	58.0 „	„
„	7	„	55.88	„	„	„	„	58.0 „	„
„	8	„	56.0	„	„	„	„	59.4 „	„
„	9	„	63.67	„	„	„	„	63.75 „	„
„	10	„	62.11	„	„	„	„	62.55 „	„
„	11	„	58.22	„	„	„	„	58.45 „	„
„	12	„	58.44	„	„	„	„	60.4 „	„

Versuch 8 mit englischer Schwefelsäure; ohne Glaswolle.

Um die relativ geringen Differenzen zwischen den verlangten und den gefundenen Resultaten nach ihrem thatsächlichen Werte zu würdigen, muss man sich an die verschiedenen vorhandenen Fehlerquellen erinnern, als da sind: Die wiederholte Ablesung, wiederholte Rechnung, Annahme der auf 750 mm Barometerstand berechneten Tensionszahlen auch bei (etwas) abweichendem Barometerstand; Nichtberücksichtigung des Ausdehnungskoeffizienten des Glases etc., des Wasserdampfgehaltes der Luft, welcher bei verschiedenen Versuchen sehr ungleich war. Aenderungen und zwar Steigerung in der Temperatur der zurückbleibenden Luft aber bedingen den grössten Fehler. Solche Störungen in der Temperatur der Apparate sind durch Anfassen mit der Hand, Strahlung vom warmen Körper nicht zu vermeiden. In Berücksichtigung dieser Umstände kann man ohne Bedenken aussprechen, dass die Absorption des Aetherdampfes aus der Luft eine vollständige ist, also die Methode des Hrn. Prof. *Kunkel* den gestellten Anforderungen voll entspricht und durchaus brauchbar und leistungsfähig ist.

Zu erwähnen ist noch der Versuch mit englischer Schwefelsäure, ohne Anwendung von Glaswolle, welcher zeigte, dass diese Schwefelsäure sehr erheblich langsamer und, trotz häufigen, die Resorption befördernden Durchschüttelns, nicht ganz vollständig absorbiert — in der Zeit von 75 Minuten gegen die gewöhnliche Durchschnittszeit von ca. 30 Minuten. Die Versuche mit englischer Schwefelsäure wurden daher nicht fortgesetzt.

Die *Kunkel*'sche Methode wurde nun benutzt zu einer Reihe von Versuchen mit der *Juillard*'schen Maske, deren Beschreibung oben schon gegeben ist.

In diese Maske wurde in gewöhnlicher Weise (auf die am Boden der Maske befindliche Rosette) Aether geschüttet, zuerst je 20, später je 10 ccm. Um möglichst naturgetreue Verhältnisse nachzuahmen, wurde das die Maske abschliessende Gesicht des zu narkotisierenden Patienten ersetzt durch einen schwarzen, weichen Filzhut, welcher von oben her einigermassen in die Maske hineingedrückt wurde. Es liess sich nicht vermeiden, dass der Hut einmal mehr, einmal weniger fest der Maske anlag und dadurch eine Ungleichheit in den Resultaten zu stande kommen musste; doch darf man andererseits auch nicht vergessen, dass in praxi ebenfalls bald ein mehr längliches, schmales, bald ein mehr rundes, volles, ein grösseres oder kleineres Gesicht den „Abschluss" der Maske bildet, was wenigstens bis zu einem gewissen Grade dieselben Folgen für die Zusammensetzung des in der Maske befindlichen Aether-Luft-Gemisches haben muss. Um nun das in der Maske befindliche Aether-Luft-Gemenge untersuchen zu können, wurde (zwischen Hut und Wand der Maske) ein etwa 3 mm weites Glasröhrchen, auf ein Kautschukröhrchen aufgesteckt, in die Maske eingeführt, und zwar so, dass das freie Ende des Glasröhrchens entweder bis zum Boden der Maske (Rosette) oder aber nur bis knapp unter den oberen Rand der Maske reichte, an

dem der Hut eingedrückt war. Die Maske wurde der bequemeren Handhabung wegen auf einem Stativ festgeschraubt, und zwar entweder mit (dem Boden nach unten und) der Oeffnung nach oben sehend oder mit der Oeffnung nach unten sehend.

Die Anstellung der Versuche, Reihe B, erfolgte so, dass bei bestimmter Stellung der Maske und des Entnahmeröhrchens (s. oben) dieses mit der Burette verbunden und dann ebenso Luft (aus der Maske) angesaugt und danach (nach Lösung der Verbindung mit der Maske) auf ihren Aethergehalt untersucht wurde, wie in der Versuchsreihe A (s. oben). Eine kurze Angabe der verschiedenen Versuche und ihrer Resultate lasse ich hier sofort folgen; das Genauere siehe hinten in der Zusammenstellung der Versuchsreihe B. Vorher muss nur noch bemerkt werden, dass es nötig war, um für die Vergleichung der bei teilweise sehr verschiedenen (16.5—21.2° C) Temperaturen gefundenen (Volumprozent-) Zahlen einen sichereren Anhalt zu gewinnen, sämtliche Zahlen umzurechnen in Sättigungsprozente. Dasselbe gilt für die später folgende Versuchsreihe C.

Resultate der Versuchsreihe B.

XIII a) 6. Juli 3^h 35′ Nm.; 21.2° C; 20 ccm Aether in die Maske geschüttet, Maske mit Filzhut „abgeschlossen“, Oeffnung der Maske sieht (gerade) nach oben, Entnahme-Röhrchen bis zum Boden der Maske.

100 ccm Aether-Luft angesaugt, mit Schwefelsäure absorbiert, dann abgelesen 62.4 ccm
62.2 ccm

4^h 08′ Nm.; 21.2° C; 100 - 62.1 = 37.9 ccm = 37.9 % Volumprozent; verlangt (für Sättigung) 60.86 %;

$$\frac{379\,000}{6\,086} = \mathbf{62.27}\,\% \text{ der Sättigung.}$$

b) zweite Füllung der Burette aus der Maske ohne neuen Aether; 4^h 10′ Nm.; 21.2° C; 100 ccm; nach Absorption abgelesen 69.5 ccm

69.0 „
68.5 „
68.3 „
68.1 „
67.9 „
67.7 „

5^h 35′ Nm; 21.1° C; 100—67.7 = 32,3%; verlangt 60.63%;

$$\frac{323\,000}{6\,063} = \mathbf{53.27}\,\% \text{ der Sättigung.}$$

Die Thatsache, dass bei der nach oben offenen Maske die Differenz zwischen den letzten beiden Resultaten so gering ist, d. h. in 35 Minuten so wenig Aether verdunstet, erklärt sich wohl hauptsächlich daraus, dass die Aetherdämpfe zu Boden sinken. Hiefür sprechen weitere gleich anzuführende Resultate und der einfache Versuch, eine Aetherflasche zu öffnen: Man sieht dann die dicken Aetherdämpfe wie Wasser nach unten „fliessen". — [Ferner geht aus dem Versuch hervor, dass auch ohne Aufgiessen neuen Aethers bei dem Zu-Boden-Sinken des Aetherdampfes die Verdunstung (nach oben!) eine überraschend geringe ist; nach 35 Minuten waren 53.27% (der Sättigung) Aether vorhanden gegen 62.27% (der Sättigung) zu Beginn des Versuches.]

Danach wurden folgende Versuche angestellt: Die Aethermaske wurde nach Beschickung mit Aether ebenfalls mit der Öffnung nach oben festgeschraubt, das Entnahme-Röhrchen wurde aber jetzt oben (nahe der Öffnung) eingesteckt:

Versuche XIV und XIX; diese ergaben:

18.1 Volumprozent und 18.89 Vol.-Proz. resp.

29.97% der Sättigung und 36.4% der Sättigung, also im Durchschnitt beider Versuche **33.19**% der Sättigung,

also nur etwas über die Hälfte der Resultate, die bei bis zum Boden reichendem Entnahme-Röhrchen gefunden wurden. Dies spricht ebenfalls dafür, dass der Aetherdampf zu Boden sinkt (s. oben). [Die genaueren Angaben über diese und die folgenden Versuche sind unten zusammengestellt.]

Es folgte eine Reihe von Versuchen mit der Änderung, dass jetzt die Öffnung der Maske nach unten gerichtet war; das Entnahmeröhrchen reichte bis zum Boden der Maske.

Da ergaben sich folgende Resultate:

Versuchs-Nr.	Volumprozente	Sättigungsprozente
XV (20 ccm Aether)	12.3	24.39
XVI „ „ „	16.0	31,73
XVII „ „ „	16.56	32.46
XVIII (10 ccm Aether)	12.44	24.08
XXIV „ „ „	13.88	23.94,

woraus sich als Durchschnittszahl für 5 Versuche **27.32%** der Sättigung ergibt.

Die Differenz gegen die Versuche XIII a und XIII b, bei denen die Öffnung der Maske nach oben gerichtet und das Entnahmeröhrchen auf den Boden gesenkt war, sprechen wieder für das Zu-Boden-Sinken des Aethers (s. oben); die Differenzen unter den Zahlen dieser Versuchsreihe XV, XVI, XVII, XVIII, XXIV sind schon oben, ebenso wie derartige Differenzen in kommenden Versuchsreihen, durch die ungleiche Wirkung des die Maske abschliessenden Hutes erklärt worden.

Nun wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, bei denen die Öffnung der Maske ebenfalls nach unten gerichtet war, das Entnahme-Röhrchen aber nur bis knapp unter die Öffnung reichte (Versuche Nr. XX, XXI, XXII, XXIII). Diese Versuche ergaben:

Versuchs-Nr.	Volumprozente	Sättigungsprozente
XX	11.22	21.70
XXI	0.44	0.73
XXII	5.11	8.46
XXIII	1,56	2.59

woraus als Durchschnittszahl $\frac{33.48}{4} = 8.37\,\%$ der Sättigung sich ergibt (4 Versuche).

In den Versuchen XXI und XXIII muss offenbar eine Hutfalte sich so zwischen Röhrchen und Wand der Maske gelegt haben, dass sehr wenig Aether in das Röhrchen kam.

Um nun auch über das Verhalten des Aether-Luft-Gemenges nach den ersten Atemzügen des zu narkotisierenden Patienten eine Anschauung zu gewinnen, wurde eine weitere Reihe von Versuchen angestellt:

Versuchsreihe C: mit *Juillard*'scher Maske und künstlichen Atemzügen.

Die Versuchsanordnung war folgende:

In ein grosses Wasserbecken ist ein Glastrichter von etwa 1500 ccm Inhalt so eingesenkt, dass das Rohr des Trichters nach aussen ragt und zum Emporheben des Trichters dient. Von dem Rohr aus geht ein langer Kautschukschlauch an ein Glasröhrchen, das in die Maske eingesenkt wurde (bis zur Rosette). Wurde nun (Aether auf die Rosette gegossen und dann) der Trichter unter Wasser gehoben, so fand ein Ansaugen von Luft aus der Maske statt, das beim Senken des Trichters einer Druckwirkung Platz machte, entsprechend der Inspiration und Exspiration. Um nun die richtige „Inspirationsgrösse" zu finden, genügte die einfache Überlegung, dass der gewöhnliche Atemzug etwa 500 ccm fördere, nach anderen Angaben zwischen 500—600 ccm (beim kräftigen erwachsenen Manne). Die Inspirationsgrösse beim Beginn

der Narkose ist aber sicher bedeutend grösser und wurde hier zu ca. 800 ccm angenommen, also der Trichter bis gut zur Hälfte seines Inhalts über die Wasserfläche erhoben.

Als Beispiel möge ein Versuch hier folgen, die übrigen sind unten zu finden.

XXV Öffnung der Maske nach unten, Entnahmeröhrchen bis zum Boden; 10 ccm Aether; 11^h Vm.; 20.1° C; 5 Atemzüge à ca. 800 ccm; dann wie gewöhnlich 90 ccm in die Burette gesaugt; absorbiert; abgelesen 77.4 ccm; 11^h 27' Vm.; 20.1° C; 90—77.2 = 12.8 ccm; $\frac{128}{9}$ = 14.22 %; zur Sättigung verlangt 58.23 %; $\frac{142\,220}{5\,823}$ = **24.43** % der Sättigung.

Da ergaben nun Versuche

XXV	5	Atemzüge	24.43 %	der	Sättigung
XXVIII b)	5	„	8.59 %	„	„
XXIX	5	„	6.09 %	„	„

Im Durchschnitt der 3 Versuche: $\frac{39.11}{3}$ = **13.04** % der Sättigung.

Die Wirkung der Atemzüge ist also geringer als man theoretisch vermuten könnte; in Betracht kommt dabei noch, dass während der Zeit der Atemzüge auch Aether verdunstet (s. auch Versuch XIII a und b). Interessant hiefür ist weiter der Versuch XXVIII a. Es ergab nämlich die Untersuchung vor Ausführung der 5 Atemzüge des Versuches XXVIII b einen Aethergehalt von **14.69** % der Sättigung; nach 5 Atemzügen noch **8.59** %.

In einigen weiteren Versuchen wurde bei sonst gleicher Versuchsanordnung nach je 10 resp. 25 Atemzügen das Aether-Luft-Gemenge untersucht mit folgenden Ergebnissen:

Versuchs-Nr.	Nach	% der Sättigung
XXVII	10 Atemzügen	11.23
XXX	10 „	11.45
XXXI	25 „	7.15;

also ein verhältnismässig geringer Unterschied sowohl gegen die letzte Versuchsreihe als auch von Versuch XXXI gegen XXVII und XXX, zumal man, wie erwähnt, auch die während der Ausführung der Atemzüge verflossene Zeit und die daraus folgende Aetherverdunstung gebührend berücksichtigen muss.

Danach wurde noch in einem Versuche die Maske mit der Öffnung nach oben gestellt, sonst alles wie seit Versuch XXV, Entnahmeröhrchen am Boden; 10 Atemzüge; Versuch XXVI.

Hier ergaben sich **13.49** % der Sättigung, was gegen die Parallelversuche ohne Atemzüge XIV und XIX mit durchschnittlich **33.19** % der Sättigung allerdings eine erhebliche Differenz bedeutet, eine geringe dagegen im Vergleich zu den Versuchen mit Atemzügen und Stellung der Maskenöffnung nach unten.

Von grosser Wichtigkeit ist endlich der erbrachte Nachweis, wie ausserordentlich wechselnd der Aethergehalt des zur Narkose benützten Aether-Luft-Gemenges ist. —

Am Schlusse meiner Arbeit obliegt mir die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. *Kunkel* für die Anregung zur Bearbeitung des Themas, sowie für die Übernahme des Referates und die liebenswürdige Unterstützung den aufrichtigsten Dank auszusprechen. In gleicher Weise danke ich Herrn Dr. *Fessel*, Assistenten am pharmakol. Institut, der mich bei allen Versuchen stets bereitwilligst mit Rat und That unterstützte. —

Tabelle II.

Temperatur ⁰Celsius.	Tension des Aetherdampfes	Volumprozente
10.0	286	38,13
11.0	299	39,87
12.0	313	41,73
13.0	327	43,6
14.0	341	45,47
15.0	356	47,47
16.0	371	49,47
17.0	386	51,47
18.0	402	53,6
19.0	418	55,73
20.0	435	58,0
21.0	453	60,4
22.0	471	62,8
23.0	490	65,33
24.0	510	68,0
25.0	532	70,93
26.0	555	74,0
27.0	576	76,8
28.0	597	79,6
29.0	617	82,27
30.0	637	84,93

Versuchsreihe A.

Vorversuche über Absorption des Aetherdampfes aus Aether-Luft-Gemengen.

I. 2. VII. 1900 Vm. 11½h; Temp. = 22.6⁰ C; angesaugt bis 90 ccm, je 1 Minute lang absorbiert, dann abgelesen.

90—35.8 ccm.
34.9
90—34.0 = 56.0 ccm;

auf 100 reduziert $\frac{56.10}{9}$ = 62.22 Volproz. (unvollendet.)

Zur Sättigung verlangt wären **64.2** Volproc. resp. 32.22 ccm. Gefunden $\frac{62 \times 22.2}{64.2} = \mathbf{96.92}\,\%$ der Sättigung.

II. 4. VII. Nm. 4^h; 19.7° C; bis 90 ccm angesaugt, absorbiert, dann abgelesen 90—44.0 ccm
40.0 „
39.2 „
38.8 „
90—38.7 = 51.3 ccm;

$\frac{51.3 \times 10}{9} = \mathbf{57.0}\,\%$; verlangt wären **57.2** % resp. 38.5 ccm.

III. 4. VII. Nm. 5^h; 19.3° C; angesaugt bis 90 ccm, absorbiert, dann abgelesen 90—43.7 ccm
40.4 „
19.0° C; 90—40.2 = 49.8 ccm;

$\frac{498}{9} = \mathbf{55.33}\,\%$; verlangt wären **55.73** % resp. 39.84 ccm.

IV. 4. VII. Nm. $5^1/_2{}^h$; 19.0° C; angesaugt bis 90 ccm, absorbiert, dann abgelesen 90—43.5 ccm
40.8 „
40.4 „
6^h Nm.; 19.0° C; 90—40.2 = 49.8 ccm

$\frac{498}{9} = \mathbf{55.33}\,\%$; verlangt wären **55.73** % resp. 39.84 ccm.

V. 5. VII. $9^1/_2{}^h$ Vm.; 19.5° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—43.0 ccm
40.8 „
40.0 „
39.6 „
90—39.5 = 50.5 ccm.

$\frac{505}{9} = \mathbf{56.11}\,\%$; verlangt wären **56.67** % resp. 39.0 ccm.

VI. 5. VII. 10^h Vm.; 20.0° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—42.3 ccm
39.9 „
90—39.7 = 50.3 ccm;

$\frac{503}{9}$ = **55.88 %**; verlangt wären **58.0 %** resp. 37.8 ccm.

VII. 5. VII. $10^1{}_2{}^h$ Vm.; 20.0° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90 ccm—42.0 ccm
40.0 „
90—39.7 = 50.3 ccm;

$\frac{503}{9}$ = **55.88 %**; verlangt wären **58.0 %** resp. 37.8 ccm.

VIII. 5. VII. Vm. 11^h; 20.2° C; zum 1. (und einzigen) Male mit englischer H_2SO_4; ohne Glaswolle; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; nur alle 10 Minuten abgelesen 90—48.4 ccm
44.8 „
42.8 „
41.4 „
40.7 „
39.6, ebenso 7. Ablesung
T = 20.6° C; 90—39.6 = 50.4 ccm;

$\frac{504}{9}$ = **56.0 %**; verlangt wären **59.4 %** resp. 36.5 ccm.

IX. Wieder Schwefelsäure wie I—VIII. 5. VII. $3^1{}_2{}^h$ Nm; 22.5° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—36.0 ccm
34.1 „
33.1 „
22.1° C; 32.9 „
22.4° C; 90—32.7 = 57.3 ccm; $\frac{573}{9}$ = **63.67 %**;
verlangt **63.75 %** resp. 32.6 ccm (oder 63.67 % resp. 32.7 ccm.)

X. 5. VII. $4^1/_2{}^h$ Nm.; 22.0° C; angesaugt bis 90 ccm absorbiert, dann abgelesen 90—36.0 ccm

21.6° C; 34.5 „

34.2 „

21.9° C; 90—34.1 = 55.9 ccm;

$\frac{559}{9}$ = **62.11**% ; verlangt wären **62.55**% resp. 33.7 ccm

XI. 6. VII; 9h Vm.; 20.2° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—40.2 ccm

38.2 „

37.9 „

37.7 „

$9^3/_4{}^h$ Vm.; 20.2° C; 90—37.6 = 52.4 ccm;

$\frac{524}{9}$ = **58.22**% ; verlangt **58.45**% resp. 37.4 ccm.

XII. 6. VII. 10h Vm.; 20.5° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—40.6 ccm

38.9 „

20,9° C; 37.8 „

37.6 „

37.4 „

21.0° C; 90—37.4 = 52.6 ccm;

$\frac{526}{9}$ = **58.44**% ; verlangt **60.4**% resp. 35,64 ccm.

B. Versuche mit der Juillard'schen Maske.

XIII. 6. VII. 3h 35′ Nm.; 21.2° C; 20 ccm Aether in die Maske gegossen, diese mit Filzhut „abgeschlossen"; Oeffnung der Maske nach oben gerichtet; Entnahme-Röhrchen bis zum Boden der Maske.

a) angesaugt bis 100 ccm, absorbiert; dann abgelesen

100—62.4 ccm

62.2 „

4h 08′ Nm.; 21.2° C; 100—62.1 ccm = 37.9 $\frac{\text{Volproz.}}{\text{ccm}}$;

verlangt 60.86% ; gef. $\frac{379000}{6086}$ = **62.27**% der Sättigung.

b) 4^h 10′ Nm.; 21.2° C; neue Füllung der Burette bis 100 ccm. (ohne neuen Aether); absorbiert; abgelesen

100—69.5 ccm
69.0 „
68.5 „
68.3 „
68.1 „
67.9 „
67.7 „

5^h 35′ Nm; 21.1° C; 100—67.7 = 32.3%; verlangt 60.63%; gefunden $\frac{323000}{6063}$ = **53.27**% der Sättigung.

XIV. 6. VII. 5^h 42′ Nm.; Versuchsanordnung ebenso, nur Entnahmeröhrchen am oberen Ende der Maske; 21.1° C; 20 ccm Aether; angesaugt bis 100 ccm; absorbiert; dann abgelesen 100—82.5 ccm

82.1 „
82.0 „

6^h 15′ Nm; 21,0° C; 100—81.9 = 18.1 $\frac{\text{Volproz.}}{\text{ccm}}$;

verlangt 60.4%; gefunden $\frac{18100}{604}$ = **29.97**% der Sättigung.

XV. 10. VII. 9^h 36′ Vm.; Oeffnung der Maske nach unten; Entnahme-Röhrchen am Boden der Maske; 17.0° C; 20 ccm Aether, angesaugt bis 100 ccm; absorbiert; dann abgelesen 100—90.6 ccm

90.1 „

16.5° C; 10^h 30′ Vm.; 100—87.7 = 12.3 $\frac{\text{Volproc.}}{\text{ccm}}$;

verlangt 50.42%; gefunden $\frac{123000}{5042}$ = **24.39**% der Sättigung.

XVI. 10. VII. 10^h 36′ Vm.; 16.5° C; Versuchsanordnung ganz ebenso; 20 ccm Aether; angesaugt bis **90** ccm; absorbiert; dann abgelesen 90—76.6 ccm

76.1 „
75.9 „
75.7 „

11^h 20′ Vm.; 16.5° C; 90—75.6 = 14.4 ccm;

$\frac{144}{9} = 16.0\,\%$; verlangt $50.42\,\%$; gefunden $\frac{160\,000}{5\,042} = \mathbf{31.73\,\%}$ der Sättigung.

XVII. Anordnung ganz ebenso; 10. VII. 11^h 25′ Vm.; 16.5^0 C; 20 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; dann abgelesen 90—76.4 ccm

75.8 „

75.5 „

75.1 „

12^h 05′ Nm.; 16.8^0 C; 90—75.1 = 14.9 ccm; $\frac{149}{9} = 16.56\,\%$; verlangt $51.02\,\%$; gefunden $\frac{165\,600}{5\,102} = \mathbf{32.46\,\%}$ der Sättigung.

XVIII. Anordnung ebenso (Öffnung nach unten, Entnahme-Röhrchen am Boden), aber nur **10** ccm Aether; 10. VII. 4^h 34′ Nm.; 17.0^0 C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; dann abgelesen; 90—80.0 ccm

79.2 „

78.9 „

5^h 15′ Nm.; 17.5^0 C; 90—78.8 = 11.2 ccm; $\frac{112}{9} = 12.44\,\%$; verlangt $51.67\,\%$; gefunden $\frac{124\,400}{5\,167}$ = **24.08 %** der Sättigung.

XIX. Stellung der Maske nach oben; Entnahme-Röhrchen oben; 10. VII. 5^h 20′ Nm.; 17.1^0 C; 10 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; dann abgelesen

90—74.5 ccm

73.8 „

73.0 „

5^h 53′ Nm.; 17.2^0 C; 90—73.0 = 17.0 ccm; $\frac{170}{9} = 18.89\,\%$; verlangt $51.87\,\%$; gefunden $\frac{188\,900}{5\,187} = \mathbf{36.40\,\%}$ der Sättigung.

XX. Stellung der Maske nach unten, aber Entnahme-Röhrchen oben; 10. VII. 5^h 55′ Nm; 17.1° C; 10 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; dann abgelesen; 90—81.1 ccm
80.6 „
80.3 „
80.0 „

6^h 25′ Nm.; 17.1° C; 90—79.9 = 10.1 ccm; $\frac{101}{9} = 11.22\,\%$;

verlangt 51.67 %; gefunden $\frac{112\,200}{5\,167}$ = **21.70 %** der Sättigung.

XXI. Anordnung ebenso (Öffnung nach unten, Röhrchen oben) 11. VII. 4^h 22′ Nm.; 20.3° C; 10 ccm Aether, angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, abgelesen;
90—89.9 ccm

4^h 47′ Nm.; 20.8° C; 90—89.6 = 0.4 ccm; $\frac{0.4 \times 10}{9} = 0.44\,\%$;

verlangt 59.9 %; gefunden $\frac{440}{599}$ = **0.73 %** der Sättigung.

XXII. Anordnung ebenso (Öffnung nach unten, Entnahme-Röhrchen am oberen Ende in einer grösseren Hutfalte, die mehr Aether herauslässt); 11. VII. 4^h 52′ Nm.; 21.0° C; 10 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm, absorbiert, dann abgelesen 90—85.7
85.4

5^h 25′ Nm.; 21.0° C; 90—85.4 = 4.6 ccm;

$\frac{46}{9} = 5.11\,\%$; verlangt 60.4 %; gefunden $\frac{51\,111}{604} = 8.46\,\%$ der Sättigung.

XXIII. Anordnung ebenso; 11. VII. 5^h 28′ Nm.; 20.9° C; 10 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert,

dann abgelesen 90—89.9 ccm
88.8 „
20.9° C; 90—88.6 = 1.4 ccm; $\frac{14}{9}$ = 1.56%;
verlangt 60.15%; gefunden $\frac{15600}{6015}$ = **2.59%** der Sättigung.

XXIV. Öffnung nach unten, Entnahme-Röhrchen am Boden; 10 ccm Aether; 12. VII. 10h 47' Vm.; 20.0° C; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen
90—77.5 ccm
10h 58' Vm.; 20.0° C; 90—77.5 = 12.5 ccm; $\frac{125}{9}$ = 13.888%;
verlangt 58.0%; gefunden $\frac{1388}{58}$ = **23.94%** der Sättigung.

C. **Versuche mit Juillard's Maske und „Atemzügen."**

XXV. Öffnung der Maske nach unten, Entnahme-Röhrchen am Boden; 10 ccm Aether; 11h Vm.; 20.1° C; zuerst durch Heben eines in ein grosses Wassergefäss, mit der Röhre nach oben gestellten Trichters, dessen Röhre durch Kautschuk- und Glasrohr bis zum Boden der Maske reicht, 5 „Atemzüge" à ca. 800 ccm; dann angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, abgelesen 90—77.4 ccm
11h 27' Vm; 20.1° C; 90—77.2 = 12.8 ccm;
$\frac{128}{9}$ = 14.22%; verlangt 58.28%; gefunden $\frac{142222}{5823}$
= **24.43%** der Sättigung.

XXVI. Öffnung nach oben, Röhrchen am Boden; 10 ccm Aether; 12. VII. 11h 30' Vm.; 20.2° C; 10 „Atemzüge" à 800 ccm; dann bis 90 ccm angesaugt; absorbiert; dann abgelesen 90—82.8 ccm
11h 52' Vm.; 20.9° C; 90—82.7 = 7.3 ccm; $\frac{73}{9}$ = 8,11%;
verlangt 60.15%; gefunden $\frac{81111}{6015}$ = **13.49%** der Sättigung.

XXVII. Öffnung nach unten, Röhrchen am Boden; 12. VII. 11^h 55′ Vm.; 20.0° C; 10 ccm Aether; 10 Atemzüge à 800 ccm; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—84.9 ccm

84.4 „

84.1 „

12^h 20′ Nm; 21.0° C; 90—83.9 = 6.1 ccm; $\frac{61}{9}$ = 6.78%; verlangt 60.4%; gefunden $\frac{67800}{604}$ = **11.23%** der Sättigung.

XXVIII. Öffnung nach unten, Röhrchen am Boden; a) 13. VII. 9^h 15′ Vm.; 20.1° C; 10 ccm Aether; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; abgelesen 90—82.3 = 7.7 ccm; $\frac{77}{9}$ = 8.55%; verlangt 58.23%; gefunden $\frac{85500}{5823}$ = **14.69%** der Sättigung.

b) dann 5 Atemzüge à 800 ccm; angesaugt bis 90 ccm; absorbiert; abgelesen 90—85.5 = 4.5 ccm; $\frac{45}{9}$ = 5.0%; 20.1° C; verlangt 58.23%; gefunden $\frac{50000}{5823}$ = **8.59%** der Sättigung.

XXIX. Öffnung nach unten, Röhrchen am Boden; 10 ccm Aether; 13. VII. 9^h 30′ Vm.; 20.2° C; 5 Atemzüge à 800 ccm; dann angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, dann abgelesen 90—87.2 ccm

90—86.8 ccm = 3.2 ccm; $\frac{32}{9}$ = 3,555%; verlangt 58.4%; gefunden $\frac{3555}{584}$ = **6.09%** der Sättigung.

XXX. Öffnung nach unten; Röhrchen am Boden; 10 ccm Aether; 13. VII. 9^h 45′ Vm.; 20.3° C; 10 Atemzüge à 800 ccm; dann angesaugt bis 90 ccm; absorbiert,

abgelesen 10^h 02′ Vm.; 20.9° C; 90—83.8 = 6.2 ccm; $\frac{62}{9}$ = 6.888 %; verlangt 60.15 %; gefunden $\frac{68888}{6015}$ = **11.45 %** der Sättigung.

XXXI. Öffnung nach unten; Röhrchen am Boden; 10^h 05′ Vm.; 21.0° C; 10 ccm Aether; 25 Atemzüge à 800 ccm; dann angesaugt bis 90 ccm; absorbiert, abgelesen 90—87.0 ccm

21.1° C; 90—86.1 ccm = 3.9 ccm; $\frac{39}{9}$ = 4,333 %; verlangt 60.63 %; gefunden $\frac{43333}{6063}$ = **7.15 %** der Sättigung.